PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PEMANASAN ELEKTRODA E7016 TERHADAP NILAI UJI IMPAK SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA AISI 1045

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
FERDY. S
NIM D1131201028

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FERDY. S

NIM : D1131201028

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul "**Pengaruh Variasi Perlakuan Pemanasan Elektroda E7016 Terhadap Nilai Uji Impak Sambungan Las SMAW Baja Aisi 1045**" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum dikemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 28 Agustus 2026

Penulis,



FERDY. S

NIM D1131201028

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186 WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website:http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI PERLAKUAN PEMANASAN ELEKTRODA E7016 TERHADAP NILAI UJI IMPAK SAMBUNGAN LAS SMAW BAJA AISI 1045

Program Studi Sarjana Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

FERDY. S
NIM. D1131201028

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 28 Agustus 2026 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	:	Prof. Dr. Eng. Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM NIP 196705271995011001
Dosen Pembimbing Kedua	:	Ir. Gita Suryani Lubis, S.T., M.T. NIP 199009232019032021
Dosen Penguji Utama	:	Ir. Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T., IPM NIP 198206032014041001
Dosen Penguji Kedua	:	Ir. Muhammad Ivanto, S.T., M.T. NI PPPK 199010212023211014

Pontianak, 28 Agustus 2026

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Eng. Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM
NIP 196705271995011001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan atas dukungan, semangat, motivasi, dan do'a dari orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas izin dan karunia-Nyalah maka skripsi ini dapat dibuat dan diselesaikan.
2. Kupersembahkan karya ini untuk ibuku tercinta Ursula Berty terimakasih atas doa dan pengorbanan tanpa batas yang telah diberikan dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Petrus Chandra, S.S.T, Ners. dan ibu J. Sunarti, S. Pd. Kedua mertua saya yang telah memberi dukungan penuh dan doa yang tiada henti hentinya dalam penulisan skripsi ini.
4. Istri saya tercinta Teofila Meisa Tira Inanda, S. Ak. Terimakasih atas cinta, kesabaran, doa yang tak pernah putus serta dukukungan yang tak pernah putus dalam penulisan skripsi ini.
5. Kedua anakku tercinta Mikael Cleo Faustine Haward dan Rafael Cyrel Fortune Haward yang sudah ditinggalkan dalam proses penulisan skripsi ini.
6. Pembimbing Akademik, Dosen pembimbing dan Dosen penguji yang telah memberikan arahan, panduan, dan masukan berharga dalam proses penulisan skripsi ini.
7. Teman-teman Angkatan 2020 yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap bahwa skripsi dapat memberikan manfaat pengetahuan yang berarti. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi pijakan untuk penelitian lebih lanjut dan memberikan inspirasi bagi pembaca yang tertarik dalam bidang yang sama.

Filipi 4:13

"Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku"

PRAKATA

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **"Pengaruh Variasi Perlakuan Pemanasan Elektroda E7016 Terhadap Nilai Uji Impak Sambungan Las SMAW Baja Aisi 1045".**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademis yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan Pendidikan S1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materil sehingga skripsi ini bisa diselesaikan. Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis sebagai sumber semangat yang telah memberikan do'a dan dukungan tiada henti.
2. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Ir. Muhammad Taufiqurrahman, S.T., M.T., IPM. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin sekaligus Dosen Penguji Utama.
4. Ibu Ir. Gita Suryani Lubis, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sekaligus Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Pendamping.
5. Prof. Dr. Eng. Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM selaku pembimbing utama.
6. Bapak Ir. Muhammad Ivanto, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji Pendamping.
7. Dosen-dosen dan seluruh civitas akademik FT-Untan yang telah membimbing, mengajari, memotivasi dan membagi ilmu dan pengalamannya kepada penulis selama menempuh Pendidikan kuliah di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
8. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Mesin Angkatan 2020 Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang telah sama-sama berjuang baik dalam suka maupun duka.

9. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan-kekurangan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah dibutuhkan penulis untuk memperbaiki skripsi ini. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan dapat diperjuangkan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 28 Agustus 2026

Penulis,



FERDY. S
NIM D1131201028

ABSTRAK

Pengelasan merupakan metode penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri manufaktur, namun proses ini dapat mempengaruhi sifat mekanik material akibat pengaruh panas yang ditimbulkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan nilai kekuatan impak baja AISI 1045 terhadap perlakuan elektroda serta menentukan kombinasi parameter optimal yang menghasilkan ketangguhan tertinggi. Metode pengelasan yang digunakan yaitu metode SMAW dengan arus 110 A, posisi pengelasan 1G, kampuh V dan elektroda E7016. Analisis yang dilakukan yaitu dengan membandingkan elektroda E7016 yang diberikan perlakuan panas terhadap elektroda yang langsung digunakan pada saat kemasan dibuka. Pengujian impak dilakukan menggunakan standar ASTM E23. Pada penelitian ini perlakuan panas yang diberikan pada elektroda yaitu dengan variasi suhu 375°C, 400°C, dan 425°C dan waktu pemanasan 1; 1,5; dan 2 jam. Hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa elektroda yang diberi perlakuan panas 425°C dengan waktu 2 jam terbukti menghasilkan nilai impak tertinggi sebesar 3,74862 J/mm² dari yang tanpa perlakuan 3,4681 J/mm². Nilai ketangguhan tersebut terbukti meningkat 8,09% dibandingkan elektroda yang tanpa perlakuan panas.

Kata kunci: AISI 1045, elektroda E7016, SMAW, ASTM E23, Impak.

ABSTRACT

Welding is a metal joining method widely used in the manufacturing industry, but this process can affect the mechanical properties of the material due to the heat generated. This study aims to analyze changes in the impact strength value of AISI 1045 steel with respect to electrode treatment and to determine the optimal parameter combination that produces the highest toughness. The welding method used is the SMAW method with a current of 110 A, a 1G welding position, a V-groove, and an E7016 electrode. The analysis carried out is by comparing the E7016 electrode that was given heat treatment with the electrode that was used directly when the packaging was opened. Impact testing was carried out using the ASTM E23 standard. In this study, the heat treatment given to the electrode used temperature variations of 375°C, 400°C, and 425°C and heating times of 1; 1.5; and 2 hours. From the calculation and analysis results obtained, it can be concluded that the electrode given heat treatment at 425°C for 2 hours proved to produce the highest impact value of 3.74862 J/mm² compared to 3.4681 J/mm² without treatment. This toughness value proved to increase by 8.09% compared to the electrode without heat treatment.

Keywords: *AISI 1045 steel, E7016 electrode, SMAW, ASTM E23, impact.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iii**
PRAKATA ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Batasan Masalah 4
1.5 Sistemtika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1. penelitian terdahulu 6
2.2. Las SMAW 10
2.3. Parameter Pengelasan 11
2.4. Baja AISI 1045 14
2.5. Elektroda E7016 14
2.6. Rangkaian listrik pada proses pengelasan (Polaritas pengelasan) 17
2.7. Uji impak dengan standar ASTM E23 18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **21**
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan 21
3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan 22
3.3. Variabel Penelitian 23
3.4. Prosedur Penelitian 23
3.5. Teknik Analisa data 25
3.6. Diagram Alir 26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **27**

4.1 Pembuatan Spesimen Uji 27
4.2 Perlakuan Elektroda 28
4.3 Pengujian Impak.....29
4.3 Analisis Hasil 33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 36
5.1 Kesimpulan 36
5.2 Saran.....36
DAFTAR REFERENSI
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokasi HAZ 10
Gambar 2. 2 Jenis Sambungan 12
Gambar 2. 3 Kampuh V 12
Gambar 2. 4 Posisi pengelasan 13
Gambar 2. 6 polaritas langsung 17
Gambar 2. 7 Polaritas terbalik 18
Gambar 2. 8 Ilustrasi pengujian impak 19
Gambar 2. 9 Standar Pengujian 19
Gambar 3. 1 Dimensi Spesimen ASTM E23 25
Gambar 3. 2 Diagram alir 26
Gambar 4. 1 Pembuatan sudut kampuh 27
Gambar 4. 2 Proses Pengelasan 27
Gambar 4. 3 Spesimen uji 28
Gambar 4. 4 *Setting* suhu *furnace* 28
Gambar 4. 5 Pemanasan Elektroda 29
Gambar 4. 6 *Setting* waktu *furnace* 29
Gambar 4. 7 *Impact JB-300B Dial Display* 30
Gambar 4. 8 Pengaruh suhu terhadap hasil uji 31
Gambar 4. 9 Pengaruh waktu terhadap hasil uji 32
Gambar 4. 10 Diagram persentase dengan pemanasan elektroda dan tanpa pemanasan elektroda setiap sampel 34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 *Chemical property* baja AISI 1045 14
Tabel 2. 2 Standar E7016 berdasarkan AWS 16
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian 21
Tabel 3. 2 Alat dan bahan 22
Tabel 3. 3 Pengujian tanpa pemanasan elektroda 24
Tabel 3. 4 Pengujian dengan pemanasan elektroda 24
Tabel 4. 1 Hasil uji material tanpa pemanasan elektroda 30
Tabel 4. 2 Hasil uji impak dengan pemanasan elektroda 31
Tabel 4. 3 Persentase kenaikan Harga Impak 33

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara umum, pengelasan didefinisikan sebagai metode untuk menyatukan logam padat dengan cara melelehkannya melalui pemanasan. Melalui cara tersebut, logam menjadi menyatu seolah-olah membentuk satu kesatuan. Proses penyambungan bisa dilakukan dengan atau tanpa bahan tambahan (*filler metal*), yang bisa memiliki titik lebur atau struktur yang sama maupun berbeda. Berdasarkan metode penyambungan, pengelasan dapat dibagi menjadi beberapa tipe, seperti pengelasan dengan elektroda terbungkus (SMAW), pengelasan busur rendam (SAW), pengelasan busur gas (GMAW), pengelasan busur tungsten (GTAW), dan sebagainya. Selain itu, pengelasan juga dapat dikategorikan menjadi pengelasan untuk menyambung material yang sejenis dan pengelasan untuk menyambung material yang berbeda [1].

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau *Direct Current* (DC), mesin las arus bolak balik atau *Alternating Current* (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Elektroda las dalam pengelasan SMAW dapat berpengaruh terhadap hasil lasan, salah satu Elektroda yang dapat atau sering di gunakan adalah E7016. Elektroda lain dapat menggunakan arus DC- dan DC+. Penggunaan arus berkisar antara 115-165 *Ampere*. Interval arus tersebut, pengelasan yang dihasilkan akan berbeda-beda [2].

Baja merupakan jenis material yang banyak digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan berbagai macam *spare part* mesin-mesin industri maupun otomatif. Beberapa sifat mekanis baja yang sering dipakai dalam perancangan yakni kekerasan, keuletan dan ketangguhan. Sifat mekanis tersebut dapat kita lihat dengan mudah pada sertifikat material yang didapatkan saat membeli bahan untuk kebutuhan perancangan [3]. Baja adalah logam paduan dengan unsur utama besi dan karbon (0,2%–2,1%). Karbon meningkatkan kekerasan dan kekuatan tarik baja, tetapi dapat mengurangi keuletan. Unsur tambahan seperti mangan, krom vanadium, dan nikel juga digunakan untuk memperbaiki sifat baja. Berdasarkan

kadar karbonnya, baja dibagi menjadi baja karbon rendah (0,2%–0,3%), sedang (0,3%–0,7%), dan tinggi (0,7%–1,4%).

Baja AISI 1045 merupakan salah satu jenis baja karbon menengah yang banyak digunakan dalam pembuatan poros engkol, gandar, roda gigi, serta berbagai komponen mesin karena memiliki kekuatan yang cukup tinggi setelah perlakuan panas. Sifat mekaniknya dapat berubah akibat proses pengelasan, terutama karena pengaruh panas yang ditimbulkan saat proses penyambungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian sifat mekanik seperti uji impak untuk mengetahui sejauh mana pengelasan memengaruhi ketangguhan baja tersebut [4].

Permasalahan umum dalam pengelasan baja karbon menengah, khususnya AISI 1045, adalah ketidaktepatan parameter arus las, suhu, dan waktu pemanasan yang dapat menyebabkan cacat fusi, penetrasi tidak sempurna, atau perubahan struktur mikro yang membuat sambungan menjadi rapuh. Selain itu, masukan panas yang besar dapat menurunkan kekuatan tarik akibat pembentukan zona HAZ yang lebih lebar dan struktur butiran kasar [5].

Dalam konteks ini, karakteristik elektroda juga menjadi penting terutama fluks pelapis dan kondisi elektroda karena dapat memengaruhi stabilitas busur, penetrasi, dan homogenitas pencairan logam las. Oleh sebab itu, perlakuan panas pada elektroda (*electrode heat treatment*) dapat menjadi strategi untuk menurunkan kelembapan fluks, menstabilkan sifat elektroda, dan meningkatkan konsistensi pencairan logam las. Parameter utama dalam perlakuan panas elektroda adalah suhu pemanasan dan waktu penahanan (*holding time*) [6]. Variasi suhu serta waktu penahanan memungkinkan terbentuknya struktur mikro yang berbeda, sehingga sifat ketangguhan sambungan dapat meningkat atau menurun tergantung kombinasi perlakuan panas yang digunakan.

Pentingnya pengendalian parameter las dan kondisi elektroda menjadi makin kritis ketika baja AISI 1045 digunakan sebagai material rangka mobil, karena sambungan las harus memiliki ketangguhan tinggi serta mampu menahan beban dinamis, getaran, dan benturan. Banyak penelitian menunjukkan bahwa properti mekanik sambungan las AISI 1045 sensitif terhadap parameter seperti arus las, *preheat*, *cooling* media, dan jenis elektroda[7].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dirancang untuk menyambung dua material baja AISI 1045 menggunakan metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan elektroda tipe E7016. Penelitian ini difokuskan pada perlakuan awal elektroda sebelum proses pengelasan, yaitu dengan membandingkan penggunaan elektroda tanpa pemanasan (kondisi *as-received*) dan elektroda yang dipanaskan terlebih dahulu (*preheating*). Variasi suhu pemanasan yang digunakan adalah 375°C, 400°C, dan 425°C, dengan masing-masing variasi waktu penahanan selama 1 jam, 1,5 jam, dan 2 jam. Perlakuan ini bertujuan untuk mengurangi kadar hidrogen yang terperangkap dalam lapisan fluks elektroda, sehingga dapat meminimalkan potensi cacat las seperti porositas dan retak hidrogen (*hydrogen induced cracking*).

Penelitian ini menggunakan kuat arus sebesar 110 A. Pemilihan arus ini didasarkan pada karakteristik elektroda E7016 yang umumnya bekerja optimal pada rentang arus menengah, sehingga diharapkan mampu menghasilkan kestabilan busur yang baik, penetrasi yang cukup, serta distribusi panas yang merata pada daerah las. Dengan menjaga arus tetap konstan, penelitian ini dapat lebih terfokus dalam menganalisis pengaruh perlakuan elektroda terhadap kualitas hasil pengelasan.

Kombinasi antara perlakuan suhu heat treatmen elektroda dan lama penahan suhu elektroda pengelasan tersebut diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas sambungan las pada baja AISI 1045. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh perlakuan elektroda terhadap proses dan hasil pengelasan, tetapi juga dapat menjadi acuan praktis dalam industri manufaktur, khususnya dalam aplikasi penyambungan komponen struktural seperti rangka sepeda motor yang membutuhkan kekuatan, ketangguhan, dan keandalan tinggi dalam kondisi operasional.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perubahan harga impak pada baja AISI 1045 terhadap pemanasan elektroda?

2. Kombinasi parameter pemanasan elektroda manakah yang menghasilkan sambungan las dengan ketangguhan paling optimal pada baja AISI 1045 yang menghasilkan harga impak tertinggi?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai peneliti adalah:

1. Menganalisis perubahan harga impak pada baja AISI 1045 terhadap pemanasan elektroda.
2. Mendapatkan kombinasi optimal parameter pemanasan elektroda pada baja AISI 1045 yang menghasilkan harga impak tertinggi.

1.4. Batasan Masalah

Dalam proses penelitian ini untuk mencapai hasil yang diinginkan dan mengarah pada sasaran yang akan dicapai serta tidak menyimpang, maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Jenis kampuh yang digunakan yaitu V tunggal
2. Posisi pengelasan 1G
3. Arus yang digunakan adalah 110 A
4. Pemanasan elektroda berdasarkan AWS dilakukan dengan variasi suhu 375°C, 400°C, dan 425°C
5. Variasi waktu penahanan 1 jam, 1,5 jam, dan 2 jam.
6. Standar pengujian impak ASTM A23
7. Jenis sambungan (*butt joint*)

1.5 Sistemtika Penulisan

Sistematis penulisan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Berisi tentang penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini, dan dasar teori menjelaskan ilmu-ilmu dasar yang digunakan dalam analisis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan, parameter yang digunakan, metode pengambilan data, proses penelitian dan diagram alir penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Membahas tentang analisis pengaruh arus dan kondisi elekroda menggunakan metode uji ketangguhan impak charpy

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas tentang kesimpulan dari hasil dan saran-saran penulis dalam penyusunan tugas akhir.

DAFTAR REFERENSI

LAMPIRAN